

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЯЗКОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Морозова А.Н.

Руководители: проф. д.т.н. Фарбер В.М., к.т.н. Хотинков В.А.
УРФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург
zazma7@mail.ru

Исследованы высоковязкие материалы, для которых предложен метод определения вязкости при испытании на ударный изгиб образцов с надрезом по диаграммам разрушения. Получено уравнение для определения параметра вязкости K_B .

Одним из вопросов, решаемых при испытании материалов на ударную вязкость является определение температуры перехода металла в хрупкое состояние, которая в конструкционных сталях обычно находится в интервале $t_{ucn} = +100 \dots -100^\circ\text{C}$. Однако в случае отсутствия явного вязко-хрупкого перехода, например, в случае высоковязких материалов, определить t_{xp} затруднительно.

Высоковязкими материалами считаются те, которые разрушаются с высокой энергоемкостью в широком диапазоне отрицательных температур испытаний $t_{ucn} \cong -40 \dots -100^\circ\text{C}$. Примером таких высоковязких материалов являются сверхнизкоуглеродистые стали типа 05Г2МФ с ультрамелким зерном, используемые для нефте- и газотрубопроводов нового поколения. Главным требованием ОАО «ГАЗПРОМ» к металлу таких труб является то, что он должен работать в условиях, далеких от появления хрупкого механизма разрушения, и иметь уровень ударной вязкости $KCV \geq 2,5 \text{ МДж/м}^2$ при $t_{ucn} = -40^\circ\text{C}$.

Результаты испытаний на ударный изгиб образцов исследованных сталей свидетельствуют об очень высоком уровне их ударной вязкости ($KCV \geq 1,5 \text{ МДж/м}^2$ при $t_{ucn} = -80^\circ\text{C}$). На серийных кривых $KCV = f(t_{ucn})$ не наблюдается явного вязко-хрупкого перехода, полностью хрупкое разрушение наступает только при $t_{ucn} < -100^\circ\text{C}$, а образцы полностью не разрушаются вплоть до $t_{ucn} = -80^\circ\text{C}$. Кроме того, согласно приведенному выше стандарту, если в результате испытания образец не разрушился, то показатель качества материала (ударная вязкость) считается не установленным.

Следовательно, существующие стандартные способы определения вязкости металлических материалов при испытаниях на ударный изгиб не могут быть использованы для аттестации высоковязких материалов.

Техническая задача, решаемая в настоящей работе, заключается в определении вязкости металлических материалов при испытании на ударный изгиб образца с надрезом путем выделения на кривой разрушения (рис. 1) ниспадающего линейного участка в пределах $(F_n, S_n - F_k, S_k)$, на котором

отсутствуют осцилляции нагрузки, и определения на этом участке характеристик вязкости для аттестации недоломанных образцов.

Поставленная задача решается способом, при котором после охлаждения образца с надрезом до температуры испытания и приложения к образцу ударной изгибающей нагрузки в координатах $F - S$ на полученной кривой разрушения выделяют ниспадающий линейный участок и определяют для него значения, в пределах $(F_H, S_H - F_K, S_K)$, а уровень вязкости K_B определяют по формуле:

$$K_B = W_B \cdot S_H, \quad (1)$$

где W_B – работа разрушения (площадь под кривой) на ниспадающем линейном участке кривой разрушения. Величина W_B определена по уравнению:

$$W_B = \frac{1}{2} \cdot (F_H + F_K) \cdot (S_K - S_H), \quad (2)$$

где F_H и F_K – значения нагрузки, соответствующие началу и концу ниспадающего линейного участка кривой; S_H и S_K – соответствующие им значения смещения бойка.

График зависимости параметра вязкости K_B и ударной вязкости KCV исследованных сталей приведен на рис. 2.

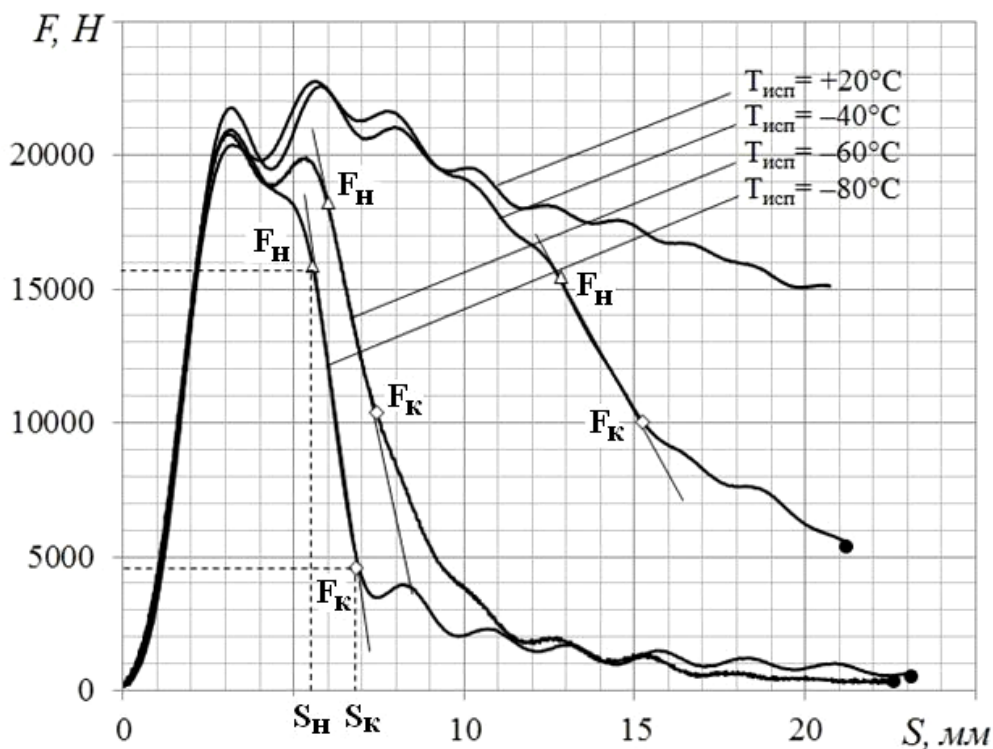


Рис. 1. Сглаженные диаграммы разрушения высоковязкого материала – стали 05Г2СФ, в координатах нагрузка F – смещение S .

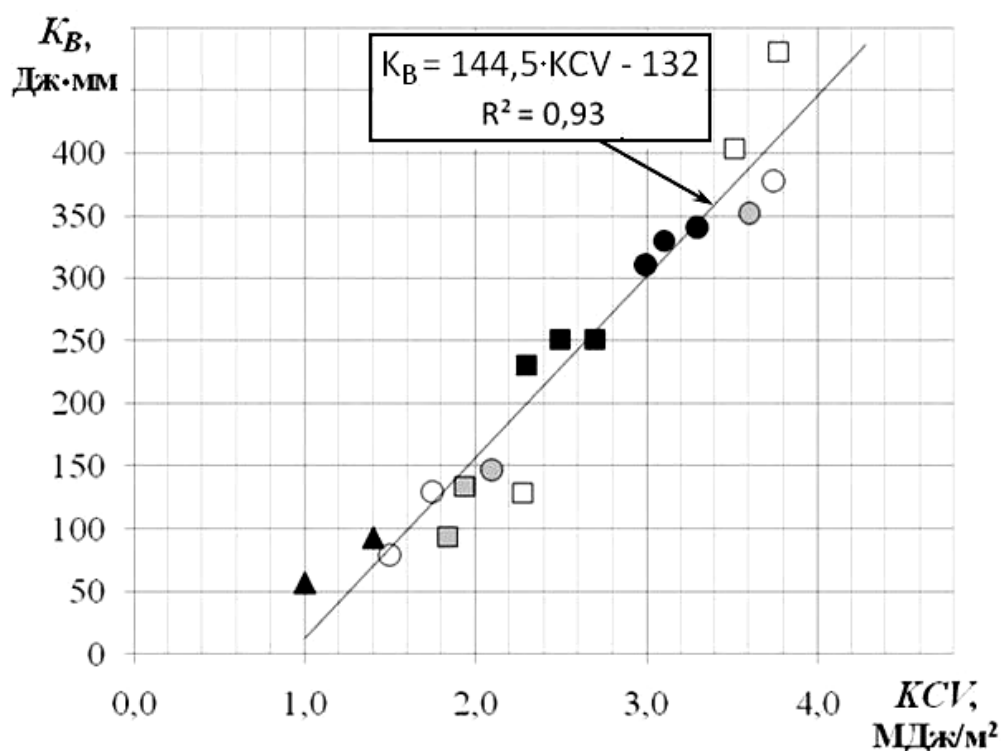


Рис. 2. Зависимости ударной вязкости KCV и параметра вязкости K_B , определенного для высоковязких материалов по кривым разрушения при различных температурах испытаний для полностью разрушенных образцов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Арабей А.Б. Развитие технических требований к металлу труб магистральных трубопроводов // Изв. ВУЗов. Черная металлургия, 2010. №7. С. 3-10.